10.22092/sppi.2020.123208

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۶، شماره ۲، سال ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

واکنش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های باقلا (*Vicia faba* L.) به تنش خشکی

Seed Yield Response of Faba Bean (*Viciaa faba* L.) Genotypes to Drought Stress

مرتضی معماری[۱]، محمدرضا داداشی[۲]، فاطمه شیخ[۳] و الهام فغانی[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گرگان، ایران.
۲- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گرگان، ایران.
۳- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.
۴- استادیار، مؤسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۳

چکیده

معماری، م.، داداشی، م. ر.، شیخ، ف و فغانی، ا. ۱۳۹۹. واکنش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های باقلا (*Vicia faba* L) به تنش خشکی. **مجله نهال وبذر ۳۶:** ۲۵۴- ۲۴۱.

در این پژوهش واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه ۲۱ ژنوتیپ باقلا به تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی (۹۶ -۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اجرا شد. ویژگی‌های زراعی ۲۱ ژنوتیپ باقلا در دو محیط بدون تنش (آبیاری بهینه) و تنش خشکی (قطع آبیاری از آغاز گلدهی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر رژیم آبیاری بر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای وزن صددانه معنی‌دار بود. تنش خشکی سبب کاهش ۵۹/۷۱ درصدی عملکرد دانه، ۳۱/۸۱ درصدی عملکرد بیولوژیک و ۴۱/۹۲ درصدی شاخص برداشت شد. برش‌دهی اثر متقابل آبیاری × ژنوتیپ نشان داد در محیط بدون تنش (آبیاری بهینه) ژنوتیپ‌های G-Faba-66، G-Faba-65، G-Faba-62، G-Faba-294، G-Faba-292، G-Faba-523، G-Faba-525 و G-Faba-21 و در تنش خشکی ژنوتیپ‌هایG-Faba-67، G-Faba-66، G-Faba-75، G-Faba-72، G-Faba-65 و G-Faba-62 به ترتیب بیشترین عملکرد دانه را داشتند. بر اساس عملکرد دانه، تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت، ژنوتیپ G-Faba-67 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تحمل بیشتری نسبت به شرایط تنش خشکی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: باقلا، آبیاری بهینه، شاخص برداشت، طول غلاف، عملکرد بیولوژیک.

نگارنده مسئول: mdadashi730@yahoo.com تلفن: ۰۱۷۳۲۱۵۶۷۹۵

مقدمه

تنش خشکی به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل کاهنده عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود (Vendruscolo *et al.*, 2007). بقولات دانه‌ای از عمده‌ترین منابع پروتئینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان بوده و نقش عمده‌ای در اقتصاد این مناطق دارد (Tesfye *et al.*, 2006). باقلا گیاه زمستانه مهمی است که به‌عنوان منبع مهمی از نظر تأمین پروتئین و انرژی محسوب شده و در تغذیه انسان و دام استفاده می‌شود (Siddiqui *et al.*, 2015).

در بررسی اثر تنش خشکی در هیبریدهای ذرت مشخص شد که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت می‌شود (Moharamnejad *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای ۱۰ ژنوتیپ باقلا در چهار تیمار آبیاری بهینه، تنش خشکی خفیف، متوسط و شدید در مرکز تحقیقات یمن مورد بررسی قرار گرفتند. در همه ژنوتیپ‌های باقلا بیشترین و کمترین ارتفاع بوته، سطح برگ، عملکرد بیولوژیک به ترتیب آبیاری بهینه و تنش خشکی شدید اختصاص یافت (Siddiqui *et al.*, 2015).

در مطالعه نصرالله زاده و همکاران (Nasrollahzadeh *et al.*, 2016) دو سطح تنش خشکی (آبیاری نرمال و تنش آبی) در هیبریدهای ذرت مورد بررسی قرار گرفت. تنش آبی منجر به کاهش عملکرد دانه، وزن صددانه نسبت به شرایط آبیاری بهینه گردید. در بررسی دیگر نیز تنش خشکی باعث کاهش ۴۳ درصدی عملکرد دانه نخود گردید اما میانگین وزن دانه ژنوتیپ‌های نخود در شرایط بدون تنش ۲۹/۴ گرم و در شرایط تنش خشکی ۲۹/۱ گرم بود، به‌نظر می‌رسد این جز از عملکرد کمتر از سایر اجزای عملکرد تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد (Sio-Se Mardeh *et al.*, 2014) .

حسین‌خانی و همکاران (Hossein Khani *et al.*, 2018) نیزگزارش کردند که عملکرد دانه ماش با وقوع تنش خشکی کاهش یافت به‌طوری که در شرایط عدم تنش ۱۰۴/۸۹ و تنش خشکی ۶۴/۴۷ گرم در متر مربع بود. در یک بررسی دیگر گزارش شد تنش خشکی از طریق کاهش تعداد دانه در طبق و وزن دانه منجر به کاهش عملکرد دانه آفتابگردان گردید (Majdam, 2016).

با توجه به وقوع تنش خشکی در برخی از مناطق کشت باقلا و عدم وجود اطلاعات کافی در رابطه با ژنوتیپ‌های جدید باقلا، این آزمایش به‌صورت مزرعه‌ای و با هدف شناسایی بهترین ژنوتیپ‌های باقلا از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در شرایط تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۹۶ -۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اجرا شد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در پنج کیلومتری شمال گرگان با عرض

جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا پنج متر و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۴۵۰ میلی‌متر است. قبل از اجرای آزمایش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش، از عمق‌های ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها توسط آزمایشگاه خاک تجزیه گردید، براساس نتایج این آزمون، نوع بافت خاک سیلتی کلی لوم بود.

تفاوت آب و هوا در دو سال کشت از نظر میزان بارش در سال اول (۲۵۶ میلی‌متر) و سال دوم (۲۹۱/۵) آزمایش تقریبا مشابه بود، با این که میزان بارندگی در سال دوم مقداری (۳۵/۵ میلی‌متر) بیشتر بود اما به دلیل پراکنش نامناسب بارش‌ها نتوانست تأثیر مثبتی در رشد و افزایش عملکرد داشته باشد. به‌طور مثال در آذر سال دوم میزان بارش ۷۱/۸ میلی‌متر بود که در این مرحله از رشد باقلا، این میزان بارندگی مورد استفاده گیاه قرار نگرفت زیرا بیشتر از نیاز آبی گیاه بود. بنابراین تأثیر مثبتی بر رشد و نمو باقلا نداشت. اما در سال اول در مواقعی از فصل رشد که بارندگی کافی نبود، آبیاری انجام شد و کاهش بارندگی جبران گردید.

آزمایش در دو محیط (آبیاری بهینه و تنش خشکی: قطع آبیاری از آغاز مرحله گلدهی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هر یک از ژنوتیپ‌های باقلا در چهار ردیف یک متری به فاصله ردیف ۰/۶۵ متر (مساحت ۲/۶ مترمربع) و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر به روش دستی در اواسط آبان کشت شدند. در محیط آبیاری بهینه در مواقع لزوم قبل از گل‌دهی، آغاز گل‌دهی، و دوره پر شدن دانه آبیاری انجام شد و گیاه با تنش خشکی مواجه نشد. اما در تنش خشکی هیچ گونه آبیاری انجام نشد. اطراف محیط تنش خشکی داربست فلزی تعبیه شد و با توجه به پیش‌بینی هواشناسی ساعتی قبل از بارندگی نایلون روی داربست کشیده می‌شد تا از ورود آب باران به محیط تنش خشکی جلوگیری شود. عملیات داشت از قبیل وجین علف‌های‌هرز و کنترل آفات و بیماری‌ها بسته به نیاز محصول در طول فصل زراعی انجام شد.

در این بررسی ۲۱ ژنوتیپ (۲۰ لاین و یک رقم شاهد برکت) مختلف باقلا در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش (آبیاری بهینه) از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دانه مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند. این لاین‌ها مربوط به ژنوتیپ‌های رشد نامحدود باقلا و از لحاظ طول دوره رسیدگی مشابه هستند. تا کنون هیچ کار پژوهشی و بررسی جامعی بر روی این لاین‌ها انجام نشده است (ویژگی ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ ارائه شده است). بذر ژنوتیپ های مورد بررسی از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شد.

داده‌های دو ساله به‌صورت تجزیه واریانس مرکب (بر اساس موازین طرح بلوک‌های کامل

جدول ۱- کد، شجره، منشاء و اندازه بذر ژنوتیپ‌های باقلا

Table 1. Name, pedigree, origin and seed size of faba bean genotypes

شماره ژنوتیپ Genotype no.	کد ژنوتیپ Genotyp code	شجره Pedigree	Seed size	اندازه بذر	منشاء Origin
1	G-Faba-67	DT/B7/7486/0405-HBP/DS0/2000	Medium	متوسط	ICARDA
2	G-Faba-66	DT/B7/7327/0405-HBP/DS0/2000	Medium	متوسط	ICARDA
3	G-Faba-75	DT/A11/9032/2005/06	Medium	متوسط	ICARDA
4	G-Faba-72	DT/A11/9012/2005/06	Medium	متوسط	ICARDA
5	G-Faba-65	DT/B7/7038/0405-HBP/DS0/2000	Medium	متوسط	ICARDA
6	G-Faba-62	selection from ILB1814	Medium	متوسط	ICARDA
7	G-Faba-61	DT/B7/7380/0405-HBP/DS0/2000	Medium	متوسط	ICARDA
8	G-Faba-398	55/08/F8/7349/06-HBP/S0E/2000	Medium	متوسط	ICARDA
9	G-Faba-411	56/08/F8/7350/06-HBP/S0E/2000	Medium	متوسط	ICARDA
10	G-Faba-401	93/08/F8/7711/06-S 97112 (ILB4365×BPL2282)	Medium	متوسط	ICARDA
11	G-Faba-335	S 2007, 057	Medium	متوسط	ICARDA
12	G-Faba-293	Aguadolce	Large	درشت	Spain
13	G-Faba-294	Reiana Blanca	Large	درشت	North Africa
14	G-Faba-290	Lattakia 2	Medium	متوسط	ICARDA
15	G-Faba-292	line 1/46	Medium	متوسط	Syria
16	G-Faba-523	Barkat × ILB 4720	Large	درشت	Gorgan
17	G-Faba-524	Barkat × BPL 465	Large	درشت	Gorgan
18	G-Faba-525	Barkat × 98 264-1	Large	درشت	Gorgan
19	G-Faba-520	Barkat × New momomoth	Large	درشت	Gorgan
20	G-Faba-296	Hudiba 93	Medium	متوسط	Sudan
21	G-Faba-20	Barkat (check)	Large	درشت	Iran

تصادفی) با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD انجام و برای رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌های دوساله نشان داد که اثر آبیاری، بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر سال بر تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. اثر متقابل سال × آبیاری بر تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، وزن صددانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، در حالی که از نظر تعداد دانه در غلاف و عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. اثر متقابل آبیاری × ژنوتیپ بر تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد و اجزای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های باقلا تحت تأثیر تنش خشکی و عدم تنش (آبیاری بهینه) در دو سال زراعی (۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶).

Table 2- Combined analysis of variance for seed yield and yield eomponents of faba bean genotypes under non stress (optimum irrigation) and drought stress conditions in two cropping seasons (2016-17 and 2017-18)

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	غلاف در بوته Pod plant^{-1}	دانه در غلاف Seed no. pod^{-1}	طول غلاف Pod length	وزن صددانه 100 seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
Moisture environment (ME)	محیط رطوبتی	1	3556.00**	60.31**	426.00**	155.40**	598302193**	493773010**	39688.12**
Year (Y)	سال	1	754.60**	0.46	6.70	1207.00**	95132835**	543546777**	9.72
ME × Y	محیط رطوبتی × سال	1	13.30	3.80**	81.26**	17.25	55165	6752985	4055.20**
Error 1	خطای ۱	8	52.98	0.90	8.12	69.42	1120194	10158555	102.60
Genotype (G)	ژنوتیپ	20	30.04**	0.79	37.70**	3100.00**	2027118**	64130015	149.60**
ME × G	محیط رطوبتی × ژنوتیپ	20	13.19	0.51**	4.78	91.20	1065858**	3490015	108.36**
Y × G	سال × ژنوتیپ	20	10.07	0.19	4.99	7.48	585560	2643029	60.07
G × Y × ME	ژنوتیپ × سال × محیط رطوبتی	20	9.01	0.15	2.85	92.95	335743	2641960	42.86
Error 2	خطای ۲	160	11.98	0.17	3.12	92.17	394579	2626858	42.25
C.V. (%)	ضریب تغییرات (درصد)		26.32	12.67	17.08	7.96	17.35	21.90	13.73

* and**: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ژنوتیپ‌های G-Faba-75، G-Faba-62، G-Faba-61، G-Faba-411، G-Faba-398، G-Faba-335، G-Faba-293، G-Faba-290 و G-Faba-296 به ترتیب بالاترین و ژنوتیپ G-Faba-21 با ۹/۷۵ غلاف در بوته کمترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). میانگین تعداد غلاف در بوته در شرایط آبیاری بهینه و خشکی به‌ترتیب برابر با ۱۶/۹۰ و ۹/۳۹ بود. همچنین میانگین تعداد غلاف در بوته در سال اول برابر با ۱۴/۸۸ و دوم برابر با ۱۱/۴۱ بود (اطلاعات ارائه نشده است).

تنش رطوبتی باعث کاهش طول دوره زایشی و میزان فتوسنتز جاری شده و گل‌های کمتری در گیاه تشکیل می‌شود که بر کاهش تعداد غلاف‌های بارور و تولید دانه مؤثر است (Goldani and Rezvani Moghadam, 2007). در بررسی هاشمی‌خبیر و همکاران (Hashemi Khabir *et al*., 2011) تعداد غلاف در بوته نخود در شرایط بدون تنش بیشتر از شرایط تنش خشکی بود. به‌نظر می‌رسد در شرایط آبیاری بهینه، گیاه از دوره زایشی طولانی‌تری برخوردار می‌باشد و تولید گل و غلاف در مدت زمان طولانی تری صورت می‌گیرد. به دلیل استفاده مطلوب گیاهان از نهاده‌ها، تعداد گل‌هایی که به غلاف تبدیل می‌شوند افزایش می یابد. از طرفی در شرایط کمبود آب، میزان ریزش گل ها افزایش و در نتیجه تعداد غلاف در بوته کاهش یافت (Hashemi Khabir *et al*., 2011).

تعداد دانه در غلاف در سال اول آزمایش برای محیط آبیاری بهینه و تنش خشکی به ترتیب برابر با ۳/۶۱ و ۲/۸۸ دانه، و در سال دوم به‌ترتیب برابر با ۳/۹۴ و ۲/۷۱ دانه بود (جدول ۴). در محیط آبیاری بهینه ژنوتیپ‌های G-Faba-21 و G-Faba-411 به‌ترتیب بیشترین (۴/۹۴ دانه) و کمترین (۳/۱۹ دانه)، و در محیط تنش خشکی ژنوتیپ‌های G-Faba-524 و G-Faba-296 به‌ترتیب بیشترین (۳/۰۵) و کمترین (۲/۴۸ دانه) تعداد دانه در غلاف را داشتند (جدول ۵). در بررسی قنبری و همکاران (Ghanbari *et al*., 2018) وقوع تنش در مرحله دانه‌بندی سویا باعث سقط تخمک درون غلاف شد و به کاهش تعداد دانه در غلاف منتهی شد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج ایشان و نتایج سایر بررسی‌ها نیز مطابقت داشت (Maleki *et al*., 2012; Alizadeh, 2011).

در میان ژنوتیپ‌ها G-Faba-21 با ۱۴/۵ سانتی‌متر و G-Faba-411 با ۸/۴۴ سانتی‌متر به ترتیب طولانی ترین و کوتاه ترین طول غلاف را داشتند (جدول ۳) در رابطه با اثر متقابل سال × محیط آبیاری، در سال اول برای محیط آبیاری بهینه و خشکی به‌ترتیب ۱۰/۹۷ و ۹/۴۰ سانتی‌متر بود و در سال دوم برای محیط آبیاری بهینه و تنش خشکی به ترتیب ۱۲/۴۳ و ۸/۵۹ سانتی‌متر بود (جدول ۴). در هر دو سال آزمایش، طول غلاف در محیط تنش خشکی کوتاه‌تر از محیط آبیاری بهینه بود. احتمالا طویل بودن غلاف‌ها در محیط آبیاری بهینه به

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، صددانه و عملکرد بیولوژیک ژنوتیپ های باقلا در دو فصل زراعی

Table 3. Mean comparison of pod no. plant^{-1}, pod length, 100 seed weight and biological yield of faba bean genotypes over two cropping seasons

ژنوتیپ Genotype	تعداد غلاف در بوته Pod no. plant^{-1}	طول غلاف (سانتیمتر) Pod length (cm)	وزن صد دانه (گرم) 100 seed weight (g)	عملکرد بیولوژیک (کیلو گرم در هکتار) Biological yield (kg ha^{-1})
G-Faba-67	11.51	6.90	132.10	8073.0
G-Faba-66	13.00	9.02	119.70	8340.0
G-Faba-75	15.19	9.14	105.30	7407.0
G-Faba-72	11.77	9.35	103.13	6988.0
G-Faba-65	13.20	9.36	109.10	8445.7
G-Faba-62	13.80	10.12	108.05	8480.0
G-Faba-61	14.13	8.83	104.90	7511.0
G-Faba-398	14.03	9.40	119.60	8790.0
G-Faba-411	15.60	8.44	99.80	6373.0
G-Faba-401	12.81	8.51	97.30	6037.0
G-Faba-335	13.80	8.77	113.90	7102.0
G-Faba-293	13.70	11.85	125.43	7206.0
G-Faba-294	12.06	10.42	128.50	7314.0
G-Faba-290	16.10	9.68	114.90	7298.5
G-Faba-292	12.70	10.90	131.70	6640.6
G-Faba-523	12.10	12.32	138.90	7402.7
G-Faba-524	11.00	12.17	140.70	7489.6
G-Faba-525	11.60	13.33	139.80	7190.6
G-Faba-520	13.25	12.74	140.40	7479.6
G-Fba-296	14.70	8.80	105.50	6277.5
G-Faba-20	9.70	15.50	152.10	7562.5
LSD 5%	2.79	1.42	7.74	1306.7

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سال × محیط رطوبتی بر برخی صفات ژنوتیپ‌های مختلف باقلا در دو فصل زراعی

Table 4. Mean comparison of year × moisture environment effect on same traits of faba bean genotypes in two cropping seasons

Moisture environment	محیط رطوبتی	تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	طول غلاف (سانتیمتر) Pod length (cm)	شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)
			2016-17	
Optimom irrigation	آبیاری بهینه	3.61	10.97	55.66
Drought stress	تنش خشکی	2.88	9.40	38.58
LSD 5%		0.17	0.98	2.75
			2017-18	
Optimum irrigation	آبیاری بهینه	3.94	12.43	64.08
Drought stress	تنش خشکی	2.71	8.59	30.95
LSD 5%		0.18	0.77	2.67

جدول ۵- میانگین اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط رطوبتی بر تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و شاخص برداشت

Table 5- Genotype × miosture environment interaction effect on seed no. pod^{-1}, seed yield and harvest index of faba bean genotypes

ژنوتیپ Genotypes	تعداد دانه در غلاف Seed no. pod^{-1}		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha^{-1})		شاخص برداشت (٪) Harves index (%)	
	آبیاری بهینه Optimum irrigation	تنش خشکی Drought stress	آبیاری بهینه Optimum irrigation	تنش خشکی Drought stress	آبیاری بهینه Optimum irrigation	تنش خشکی Drought stress
G-Faba-67	3.65	2.8	4876	3193	57.80	44.75
G-Faba-66	3.62	2.58	5873	2734	63.40	38.20
G-Faba-75	3.37	2.81	5072	2708	61.20	41.30
G-Faba-72	3.50	2.91	4723	2313	64.00	36.90
G-Faba-65	3.60	2.97	6410	3136	65.10	46.00
G-Faba-62	3.86	3.00	5573	2754	56.50	38.90
G-Faba-61	3.30	2.53	5011	2185	57.30	36.10
G-Faba-398	3.53	2.80	5051	1954	58.40	28.10
G-Faba-411	3.19	2.83	4618	1921	60.50	40.00
G-Faba-401	3.51	2.93	4251	1871	60.50	38.76
G-Faba-335	3.83	2.75	4954	1812	62.10	31.00
G-Faba-293	3.86	2.84	5057	1537	58.70	26.50
G-Faba-294	3.73	2.58	5448	1880	59.20	35.90
G-Faba-290	3.43	2.78	5121	1935	56.60	35.36
G-Faba-292	3.55	2.78	5411	1655	66.60	31.00
G-Faba-523	4.15	2.62	5282	1940	58.30	34.00
G-Faba-524	4.36	3.05	4647	1847	57.00	28.63
G-Faba-525	4.38	2.92	5466	1407	60.60	26.71
G-Faba-520	4.35	2.83	5176	1841	56.50	32.25
G-Faba-296	3.53	2.48	4713	1618	60.50	33.68
G-Faba-20	4.94	2.91	5625	1402	58.80	25.78
LSD 5%	0.54	0.50	1140	1003	8.82	9.68

دلیل رشد رویشی مناسب و بود. در بررسی مهربان و همکاران (Mehraban *et al*., 2016) طول غلاف در شرایط تنش خشکی کاهش پیدا کرد. از جمله دلایل کاهش طول غلاف در شرایط تنش خشکی، حساسیت گیاه به خشکی در مرحله رشد زایشی گزارش شده است (Aminifar *et al*., 2010).

میانگین عملکرد دانه در سال اول برابر با ۴۲۳۳/۹۵ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم ۳۰۰۵/۱۱ کیلوگرم در هکتار بود (نتایج ارائه نشده است). در شرایط آبیاری بهینه عملکرد ژنوتیپ G-Faba-65 برابر با ۶۴۱۰/۳ کیلوگرم در هکتار بود و ژنوتیپ‌های G-Faba-21، G-Faba-525، G-Faba-523، G-Faba-292، G-Faba-294، G-Faba-62 و G-Faba-66 به ترتیب بیشترین عملکرد دانه داشتند (جدول ۵).

در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ G-Faba-67 برابر با ۳۱۹۳/۸ بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد و با ژنوتیپ‌های G-Faba-66، G-Faba-75، G-Faba-72، G-Faba-65، G-Faba-67 و G-Faba-62 تفاوت معنی دار نداشت (جدول ۵).

در شرایط تنش خشکی تعداد غلافدر بوته، دانه در غلاف و طول غلاف که از اجزای مؤثر عملکرد دانه هستند کاهش یافت و به کاهش عملکرد دانه منتهی شد. از طرفی ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری بهینه بالاترین مقدار غلاف در بوته و دانه در غلاف را داشتند. بنابراین بالاتر بودن عملکرد دانه در شرایط آبیاری بهینه دور از انتظار نبود (جدول ۵). در شرایط تنش خشکی به دلیل کمبود آب قدرت انتقال مواد پرورده به دانه کاهش یافته و منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود (Moradi *et al*., 2008). در تحقیق فرهودی و همکاران (Farhoudi *et al*., 2014) عملکرد دانه سویا در تنش خشکی کاهش یافت و در شرایط آبیاری مطلوب تفاوت معنی‌داری میان عملکرد دانه ارقام سویا وجود نداشت. عبدی‌پور و همکاران (Abdipour *et al*., 2010) نیز بیان نمودند تنش خشکی با اثر منفی بر تعداد غلاف در بوته و وزن دانه سبب کاهش عملکرد دانه ارقام سویا شد.

میانگین عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری بهینه ۸۰۰۰/۳ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش خشکی ۶۰۰۰/۷ کیلوگرم در هکتار بود. میانگین عملکرد بیولوژیک در سال اول ۸۸۶۹/۲ و در سال دوم ۵۹۳۱/۹ کیلوگرم در هکتار بود (نتایج ارائه نشده است). دامنه تغییرات عملکرد بیولوژیک در ژنوتیپ‌ها از ۸۷۹۰/۲ (G-Faba-398) تا ۶۰۳۷/۲ (G-Faba-401) بود (جدول ۳). عملکرد بیولوژیک نشان‌دهنده رشد رویشی گیاه می‌باشد.

رابطه تنگاتنگی بین رشد رویشی (عملکرد بیولوژیک) و عملکرد دانه وجود دارد زیرا بخشی از مواد ذخیره‌شده در اندام‌های گیاه طی مرحله انتقال مجدد (پرشدن دانه) به دانه‌ها اختصاص می‌یابد. بنابراین هر چه عملکرد بیولوژیک بالاتر باشد مواد پرورده بیشتری برای انتقال به دانه‌ها وجود دارد. البته بخشی از قدرت انتقال (سرعت و مدت پر شدن دانه) تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی و شرایط محیطی نیز قرار می‌گیرد. کاهش وزن ماده خشک در اثر بروز تنش خشکی به دلیل کمبود آب و موادغذایی در مرحله پر شدن دانه‌ها است که با کاهش تعداد دانه‌ها، وزن ماده خشک کل نیز کاهش می‌یابد (Hashemi Khabir *et al.,* 2011).

شاخص برداشت در شرایط آبیاری بهینه برابر با ۷۰/۴۸ درصد و مربوط به ژنوتیپ G-Faba-65 بود و کمترین آن ۵۷/۶۷ درصد و به ژنوتیپ G-Faba-62 اختصاص داشت. در شرایط تنش خشکی شاخص برداشت کاهش پیدا کرد (جدول ۴). مقادیر شاخص برداشت برای سال اول در شرایط آبیاری بهینه و تنش

خشکی به‌ترتیب ۵۵/۶۶ و ۳۸/۵۸ درصد بود و در سال دوم در شرایط آبیاری بهینه و تنش خشکی ۶۴/۰۸ و ۳۰/۹۵ درصد بود (جدول ۴).

شاخص برداشت نشان‌دهنده میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه می‌باشد. وقوع تنش خشکی در پایان فصل رشد سبب کاهش آب قابل دسترس شده و قدرت انتقال مواد پرورده به دانه کاهش یافته و افت عملکرد دانه را به همراه خواهد داشت. از طرفی کاهش تعداد غلاف در بوته به‌عنوان یکی از اجزای تأثیرگذار بر عملکرد دانه از دلایل کاهش شاخص برداشت به‌شمار می‌رود (Mehraban *et al*., 2016). تنش شدید در مرحله زایشی بیشتر بر عملکرد دانه تأثیر می‌گذارد و بنابراین باعث کاهش شاخص برداشت می‌شود (Galeshi and BayateTork, 2010; Tesfye *et al*., 2006; Gebeyehu, 2006).

میانگین وزن صددانه در سال اول و دوم به ترتیب برابر با ۱۲۲/۷۵ و ۱۱۸/۳۷ گرم بود (نتایج ارائه نشده است). دامنه تغییرات وزن صددانه در ژنوتیپ‌ها برابر با ۹۷ تا ۱۵۲/۱۳ گرم بود. ژنوتیپ G-Faba-21 بیشترین و ژنوتیپ‌های G-Faba-401، G-Faba-411، G-Faba-61، G-Faba-75 و G-Faba-72 کمترین وزن صددانه را داشتند (جدول ۳). درمطالعه سی و سه مرده و همکاران (Sio-se-Mardeh *et al* ., 2014) نیز میانگین وزن دانه در ژنوتیپ‌های نخود در شرایط تنش خشکی و عدم تنش (عدم تنش ۲۹/۴ گرم و در شرایط تنش خشکی ۲۹/۱ گرم)، مشابه بود. به نظر می‌رسد این جز از عملکرد کمتر از سایر اجزای عملکرد تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. سایر بررسی‌ها نیز حاکی از این است که تنش خشکی بر همه صفات زراعی به‌جز وزن هزار دانه سویا تأثیرگذار بود (Mehraban *et al*., 2016; Ghanbari *et al*., 2018).

ضرایب همبستگی بین صفات رابطه قوی، مثبت و معنی‌داری بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه را نشان داد (جدول ۶). این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت اجزای عملکرد بر عملکرد نهایی دانه است. بیشترین ضریب همبستگی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت ($r = ۰/۹۵^{**}$) و عملکرد بیولوژیک ($r = ۰/۹۴^{**}$) مشاهده شد. صفات یاد شده مجموعه ای از تعداد غلاف در بوته، دانه در غلاف و طول غلاف می‌باشند. از طرفی بین وزن صددانه با عملکرد دانه رابطه معنی‌داری وجود نداشت (جدول۶) و این موضوع نشان می‌دهد که وزن دانه تحت تأثیر تنش قرار نگرفت و بیشتر متأثر از ژنوتیپ بود.

این بررسی به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر صفات زراعی ژنوتیپ‌های باقلا انجام شد. ژنوتیپ‌های G-Faba-67، G-Faba-66 و G-Faba-65 عملکرد دانه مناسب و مطلوبی در شرایط تنش خشکی داشتند. تنش خشکی سبب کاهش برخی صفات زراعی نظیر تعداد غلاف در بوته، دانه در غلاف، طول غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های باقلا

Table 6- Correlation coefficients between seed yield and yield components of faba bean genotypes.

		تعداد غلاف در بوته Pod no. plant-1	تعداد دانه در غلاف Seed no. pod-1	طول غلاف Pod lenght	صد دانه 100 seed weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Seed yield
Pod no. plant-1	غلاف در بوته	1						
Seed no. pod-1	دانه در غلاف	0.59**	1					
Pod lenght	طول غلاف	0.33*	0.85**	1				
100 seed weight	وزن صد دانه	-0.20	0.37*	0.71**	1			
Biological yield	عمکرد بیولوژیک	0.77**	0.82**	0.59**	0.12	1		
Harvest index	شاخص برداشت	0.84**	0.75**	0.45**	-0.06	0.86**	1	
Seed yield	عملکرد دانه	0.85**	0.82**	0.59**	0.02	0.94**	0.95**	1

* and**: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

شد. همبستگی بالایی بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه وجود داشت و کاهش هر یک از اجزای عملکرد به کاهش عملکرد دانه منتهی شد. درصد کاهش عملکرد برخی ژنوتیپ‌ها نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها کمتر بود. با شناسایی و استفاده از ژنوتیپ‌هایی که کاهش عملکرد دانه کمتری در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط آبیاری بهینه داشتند می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی و همچنین کاشت در مناطق نیمه خشک و خشک به عملکردهای بالاتر دست یافت.

سپاسگزاری

نگارندگان از مدیریت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان و هم چنین مدیریت و کارکنان ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان برای فراهم کردن امکانات مورد نیاز و همکاری در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می کنند.

References

Abdipour, M., Rezaei, A.H., Hooshmand, S., and Raesi, F. 2010. Effect of drought stress on yield and yield components of three soybean cultivars. Agricultural Sciences. Islamic Azad University, Tabriz Branch 14: 29-20 (in Persian).

Alizadeh, A. 2011. Soil, water and plant relationship. Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran. 516 pp.

Aminifar, C., Byglvyy, M. H., Mohsen Abadi, Gh. R., and Smyzadh, H. A. 2010. The effect of irrigation on yield, yield components and water efficiency of T.215 soybean

varieties. Journal of Irrigation and Water Engineering 3 (11): 24-34 (in Persian).

Farhoudi, R., Modhaj, A., and Payandeh, K. 2014. Effect of final season drought stress on photosynthesis, seed yield and seed vigor of five soybean cultivars. Crop Physiology Journal 6 (24): 41-55 (in Persian).

Fariduddin, Q., Varshney, P., Yusuf, M., Ali A., and Ahmad. A. 2013. Dissecting the role of glycine betaine in plants under abiotic stress. Plant Stress 7 (1): 8-18.

Galeshi, S. A., and BayateTork. A. 2010. Effects of post anthesis drought stress on seed vigour in two wheat cultivars. Journal of Agriculture Science and Natural Resource 12 (6): 63-71 (in Persian).

Gebeyehu, S. 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in drought resistance. Ph.D. Thesis. University of Giessen. Germany. 121 pp.

Ghanbari, M., Mokhtasi Bidgoli, A., and Talebi-Siah Saran, P. 2018. The effect of biofertilizers on yield components, yield, protein and soybean (*Glycine max* Merrill) oil under different irrigation regimes. Journal of Plant Environmental Physiology 13 (52): 1-15 (in Persian).

Goldani, M., and Rezvani Moghadam, P. 2007. Effect of different moisture regimes and planting date on phenological characteristics and growth indices of three rainfed and irrigated chickpea cultivars in Mashhad. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 14 (1): 242-229 (in Persian).

Hashemi Khabir, S. H., Aywazi, A., Rezadost, S., Hashemi Khabir, S. H., and Hashemi Khabir, Z. 2011. Effect of drought stress during different developmental stages on nitrogen fixation in chickpea genotypes. Journal of Research in Crop Sciences 3 (11): 82-67 (in Persian).

Hossein Khani, H., Sadeghi Pour, A., and Rashidi Asl, A. 2018. The study of glycine betaine application effect on yield and yield components of mung bean (*Vigna radiata* L.) under water stress conditions. Journal of Crop Production Research 10 (1): 85-95 (in Persian).

Majdam, M. 2016. Effect of drought stress on physiological characteristics and yield of

sunflower seed at different levels of nitrogen. Electronic Journal of Crop Production 9 (4): 121-136 (in Persian).

Maleki, A., Naderi., A., Siadat., A., Tahmasebi, A., and Fazel, S. 2012. Effect of drought stress on physiological growth stages on yield and yield components of soybeans. Journal of Research in Crop Sciences 4 (15): 71-82 (in Persian).

Mehraban, A., Azizian Shermeh, A., and Kamali Deljo, A. 2016. Investigation of drought stress on yield and quality of eight soybean (*Glycin max* L.) cultivars in Sistan region. Journal of Plant Environmental Physiology 11 (43): 99-90 (in Persian).

Mohajerani, S. H., Alavi Fazel, M., Madani, M., Lak, Sh., and Madhaj, A. 2015. Effects of water deficit at different growth stages on physiological and biochemical traits of red bean (*Phaseolous vulgaris* L.) genotypes. Journal of Plant Environmental Physiology 10 (40): 50-41 (in Persian).

Moharamnejad, S., Valizadeh, M., Sefalian, A., Shiri, M., and Asghari, A. 2016. Effect of water deficit stress on agronomic traits and Mn-SOD enzyme activity in maize. Cereal Research 6 (4): 300-290 (in Persian).

Moradi, A., Ahmadi, A., and Hosseinzadeh, A. 2008. Agro-physiological response of mung bean (cv. Parto) to severe and mild drought stress at vegetative and reproductive growth stages. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 45: 659-671 (in Persian).

Nasrollahzadeh, V., Shiri, M. R., Moharramnezhad, S., Yousefi, M., and Baghbani, F. 2016. Effect of drought stress on agronomic and biochemical properties of three maize hybrids (*Zea mays* L.). Crop Physiology Journal 8 (32): 60-45 (in Persian).

Siddiqui, M. H., Al-Khaishany, M. Y., Al-Qutami, M. A., Al-Whaibi., M. H., Grover, A., Ali, H. M., Al-Wahibi, M. S., and Bukhari, N. A. 2015. Response of different genotypes of faba bean plant to drought stress. International Journal of Molecular Sciences 16: 10214-27.

Sio-Se-Mardeh, A., Sadeghi, F., Kanouni, H., Bahramnejad, B., and Gholami, S. 2014. Effect of drought stress on physiological traits, grain yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences 16 (2):

91 -108 (in Persian).

Tesfye, K., Walke, S., and Tsubo, M. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in semi-arid environment. European Journal of Agronomy 25 (1): 60-70.

Vendruscolo, A. C. G., Schuster, I., Pileggi, M., Scapim, C. A., and Molinari, H. B. 2007. Stress-induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. Journal of Plant Physiology 164: 1367-1376.